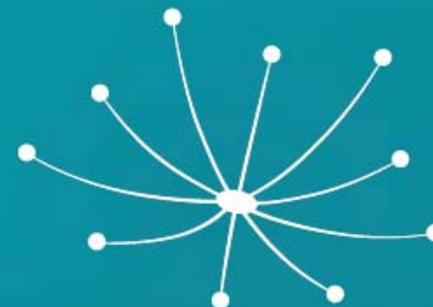


Trigénération – Valoriser du froid à partir de la production de biogaz

AXIMA REFRIGERATION / GDF-SUEZ, CLARKE ENERGY

POLLUTEC 2014 - VILLAGE BIOGAZ

Mardi 2 déc. 2014 - 11h30 / 12h15



BIOGAZ/ALLÉE®
Le cluster de la méthanisation

LE CLUSTER DE LA MÉTHANISATION EN FRANCE

Intervenants

Jérôme CHARMANT : Clarke Energy



**Clarke
Energy**

Ingénierie - Installation - Maintenance

Yann LARGOUËT : Axima Refrigeration



AXIMA Refrigeration
GDF SUEZ

SOMMAIRE

- Présentation
- Principe de la tri génération
 - Contexte
 - Applications
- Dimensionnement
 - Source chaude
 - Source froide
 - Gamme de puissances
- Exemples
 - Séchage basse température
 - Refroidissement de process

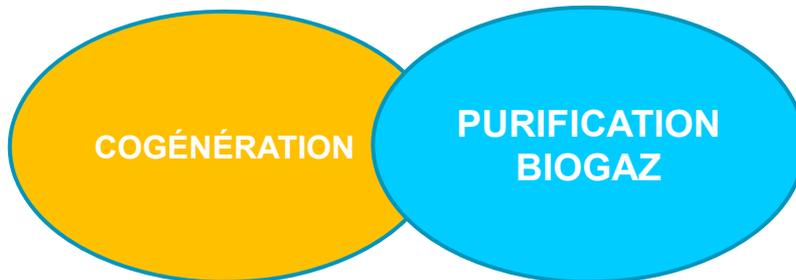
Présentation

**Clarke
Energy**

Ingénierie - Installation - Maintenance

- Société d'ingénierie, d'installation et de maintenance de solutions de valorisation de production de gaz
- 850 salariés dans le monde
- 120 salariés filiale France

INGENIERIE INSTALLATION



MAINTENANCE

AXIMA Refrigeration
GDF SUEZ

- Travaux et services en réfrigération, valorisation énergétique
- 65 Agences
- 1500 personnes

Contexte

- Tri génération « renouvelable » : un modèle à créer pour la France
- Au niveau mondial : regain d'intérêt depuis les années 2000
 - Améliorer les performances
 - Elargissement de la gamme
 - Diversifier les usages (Froid ou PAC)
- Accompagner la croissante Verte...
- Améliorer l'utilisation de la chaleur l'été et par temps humide
- Production de froid d'origine renouvelable
- Améliorer la compétitivité des projets méthanisation
- Contribuer à atteindre les objectifs de la transition énergétique (3*20%)

Définition Tri génération

**Clarke
Energy**

Ingénierie - Installation - Maintenance

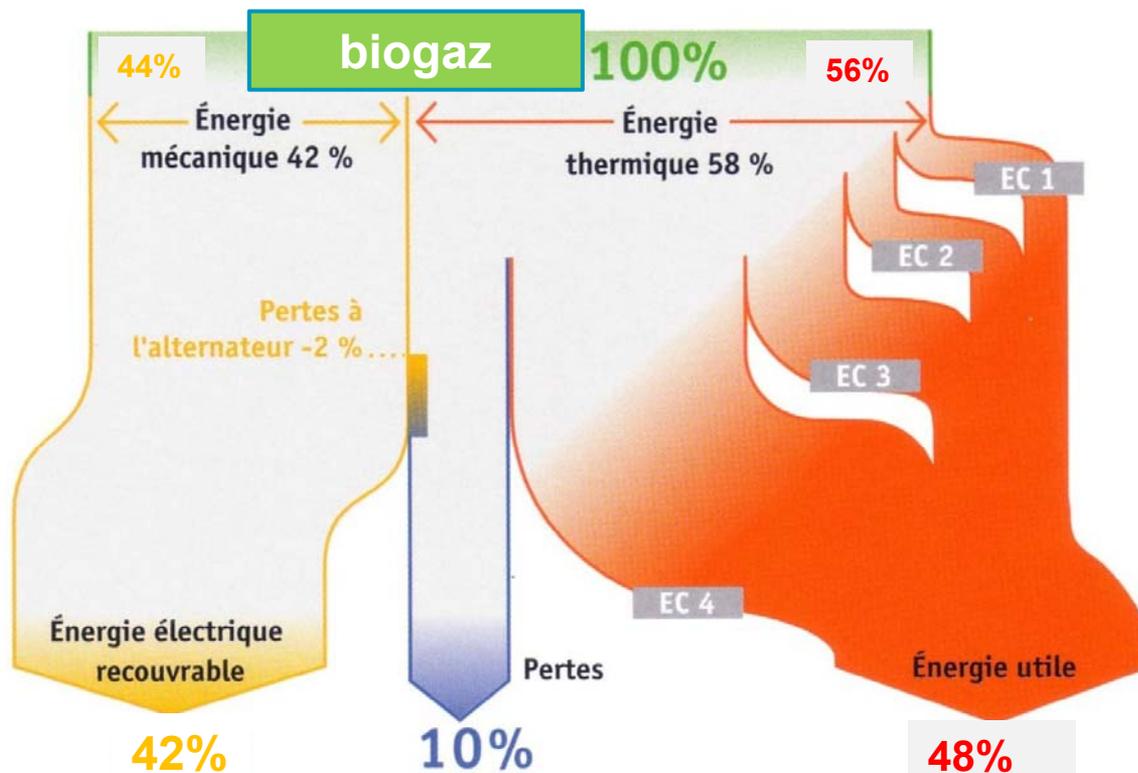
AXIMA Refrigeration
GDF SVEZ

- Production simultanée d'électricité, de chaleur et de froid



Définition Tri génération

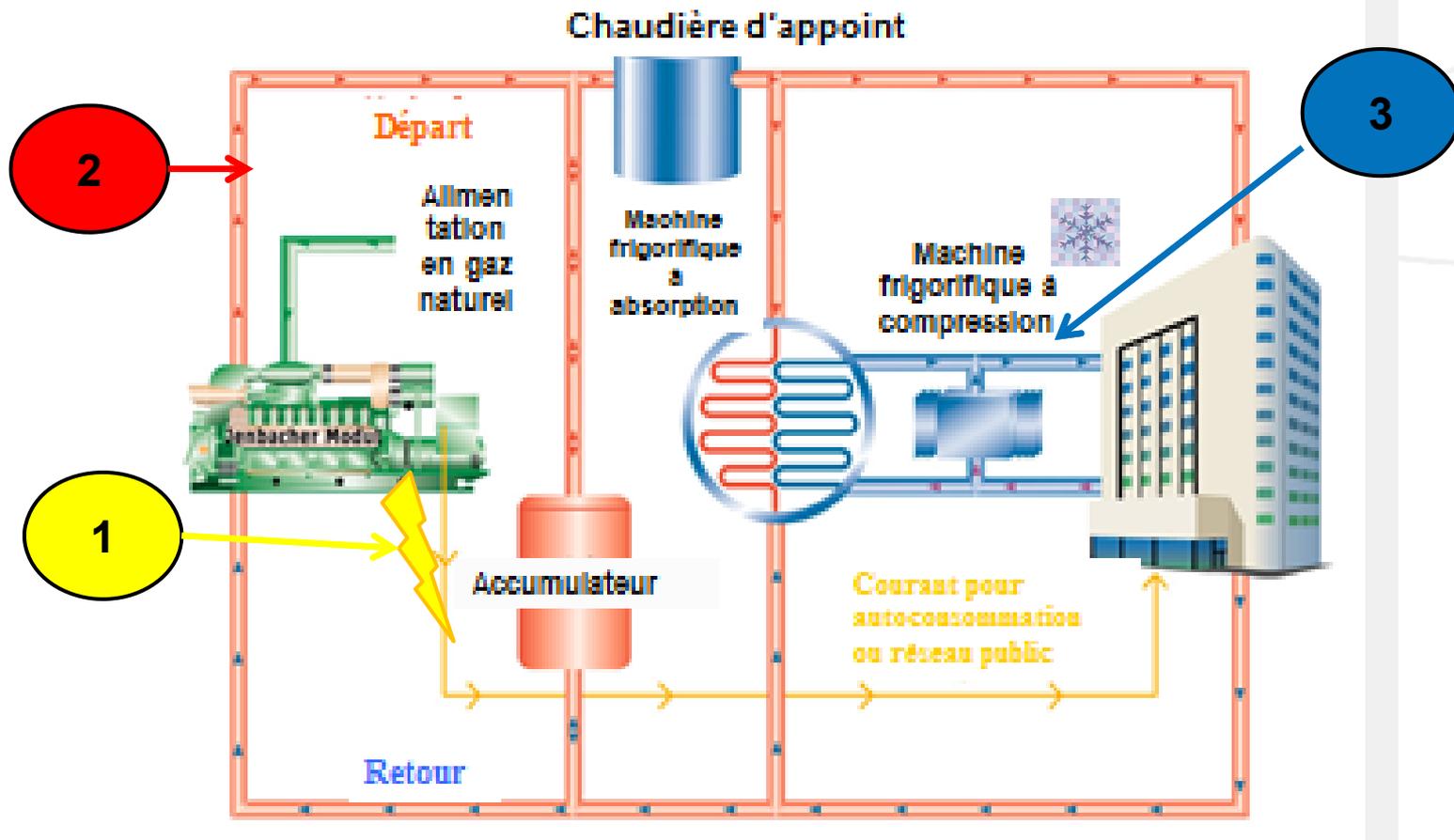
- Production simultanée d'électricité, de chaleur et de froid



EC 1 - Échangeur de chaleur du mélange, EC 2 - Échangeur de chaleur de l'huile de lubrification
 EC 3 - Échangeur de chaleur de l'eau de refroidissement, EC 4 - Échangeur de chaleur des gaz d'échappement

Définition Tri génération

- Production simultanée d'électricité, de chaleur et de froid

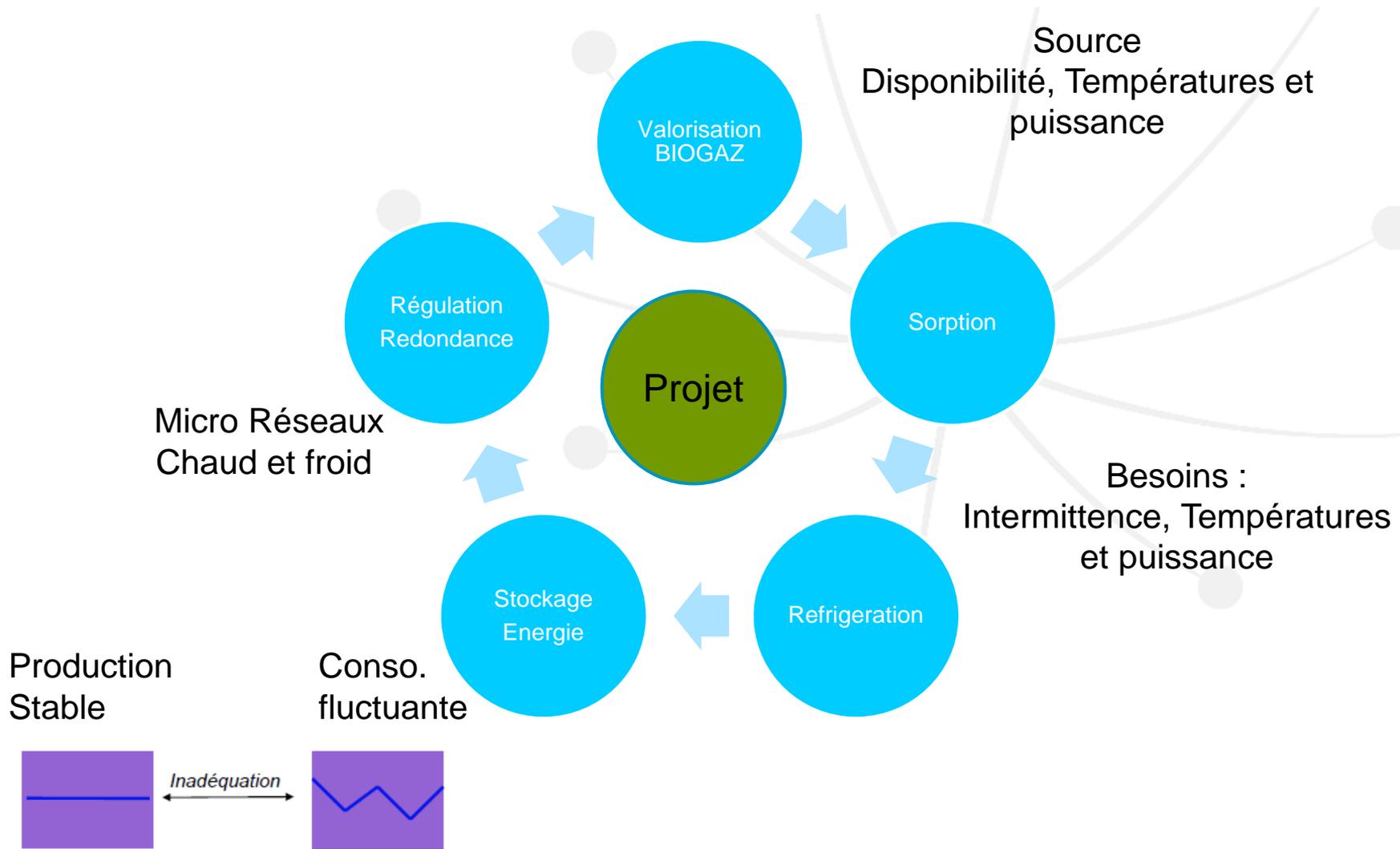


Dimensionnement

Clarke Energy

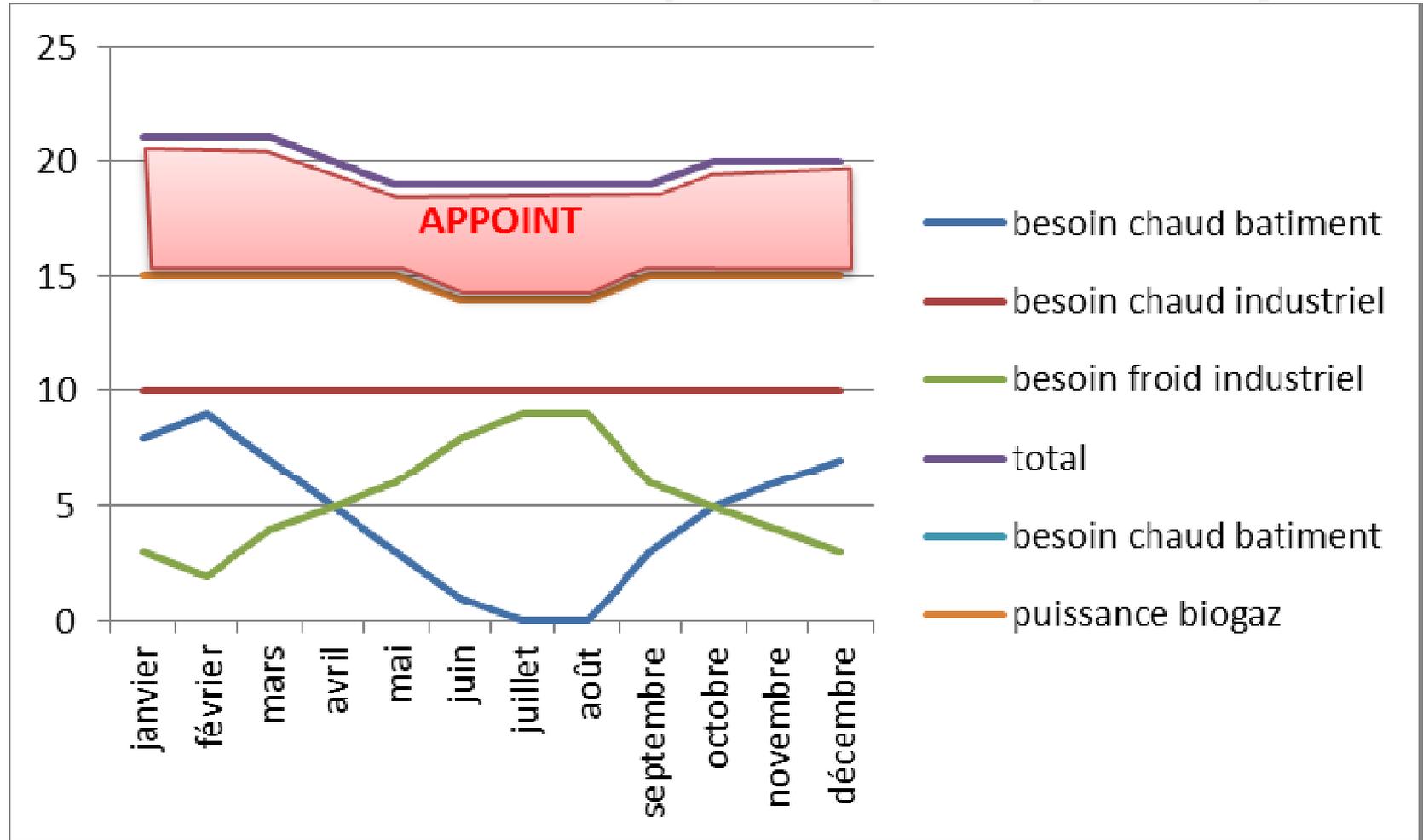
Ingénierie - Installation - Maintenance

AXIMA Refrigeration
GDF SUEZ



Un partenariat à construire entre
décideurs / développeurs / constructeurs / installateurs

L'ANALYSE DES BESOINS



Données de base du projet

| Moteur 1 | | |
|--|----------|--------|
| PROJET METHANISATION - 637 kWé | | |
| Type de moteur : | J312 D25 | Dmax |
| Débit gaz nominal moyen (Nm³/h) : | 295 | 286,91 |
| Teneur en CH4 (%) : | 55,0 | |
| Puissance primaire (kWpci) : | 1622,5 | |
| Teneur en H2 S (ppm) : | 0 | |
| Effluents d'élevage (%) : | 100% | |
| Quantité thermique valorisé | 100% | |
| Dipsonibilité moteur | 95,0% | |
| Bridage moteur | non | |
| | | |
| INJECTION EN BASSE TENSION | non | |
| | | |
| Caractéristiques techniques moteur réelles | | |
| Charge moteur (%) | 103,1% | |

Dimensionnement

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| PROJET METHANISATION - 703 kWé | |
| Type de moteur : | J316 C225 |
| Débit gaz nominal moyen (Nm³/h) : | 295 |
| Teneur en CH4 (%) : | 55,0 |
| Puissance primaire (kWpci) : | 1622,5 |
| Teneur en H2 S (ppm) : | 0 |
| Effluents d'élevage (%) : | 100% |
| Quantité thermique valorisé | 100% |
| Dipsonibilité moteur | 95,0% |
| Bridage moteur | non |
| | 1735 |
| INJECTION EN BASSE TENSION | non |

Caractéristiques techniques moteur réelles

| | |
|---|--------------|
| Charge moteur (%) | 92,8% |
| Puissance électrique réelle aux bornes de l'alternateur-en kW | 652,1 |
| rendement électrique réel | 40,19% |
| Puissance thermique réelle (kWth) : | 698,4 |
| rendement thermique réel | 43,04% |
| Production électrique (Mwh/an) | 5 251 |
| Production thermique (Mwh/an) | 5 812 |

Revente électrique

| | |
|-------------------------------------|---------|
| Tarif EDF 2011 en c€ (voir tableau) | 17,93 € |
|-------------------------------------|---------|

Maintenance

| | |
|--|----------|
| Durée de fonctionnement annuel (H) : | 8322 |
| Consomation des auxiliaires (kWé) : | -21,09 |
| Durée du contrat de maintenance (an) : | 7,5 |
| Maintenance à la carte | OUI |
| Type de contrat de maintenance : | |
| Cout de la maintenance a la carte | 36 000 € |

SYNTHESE POUR BUSINESS PLAN

| | |
|------------------------------------|-----------|
| PUISSANCE INSTALLEE en kW | 703 |
| TARIF RACHAT en € | 0,1793 € |
| CONSOMMATION HUILE annuelle | 7 187 € |
| VIDANGE HUILE annuelle | 9 060 € |
| MAINTENANCE | 37 449 € |
| Quantite elec injectable en KWh/an | 5 198 632 |
| PRODUCTION THERMIQUE EN KWh/an | 5 811 842 |
| REVENU ELECTRIQUE | 922 948 € |
| RBE | 878 575 € |

| | |
|---------------------------------------|----------|
| PROJET METHANISATION - 637 kWé | |
| Type de moteur : | J312 D25 |
| Débit gaz nominal moyen (Nm³/h) : | 295 |
| Teneur en CH4 (%) : | 55,0 |
| Puissance primaire (kWpci) : | 1622,5 |
| Teneur en H2 S (ppm) : | 0 |
| Effluents d'élevage (%) : | 100% |
| Quantité thermique valorisé | 100% |
| Dipsonibilité moteur | 95,0% |
| Bridage moteur | oui |
| VALEUR P primaire(kwpci)-----> | 1 578 |
| INJECTION EN BASSE TENSION | non |

Caractéristiques techniques moteur réelles

| | |
|---|---------------|
| Charge moteur (%) | 100,0% |
| Puissance électrique réelle aux bornes de l'alternateur-en kW | 636,9 |
| rendement électrique réel | 40,36% |
| Puissance thermique réelle (kWth) : | 683,1 |
| rendement thermique réel | 43,29% |
| Production électrique (Mwh/an) | 5 141 |
| Production thermique (Mwh/an) | 5 685 |

Revente électrique

| | |
|-------------------------------------|---------|
| Tarif EDF 2011 en c€ (voir tableau) | 18,29 € |
|-------------------------------------|---------|

Maintenance

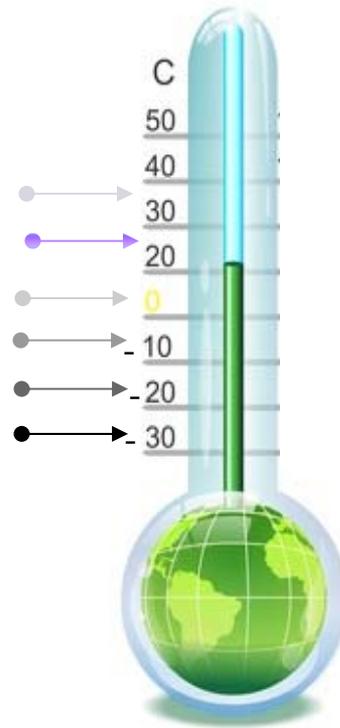
| | |
|--|----------|
| Durée de fonctionnement annuel (H) : | 8322 |
| Consomation des auxiliaires (kWé) : | -19,11 |
| Durée du contrat de maintenance (an) : | 7,5 |
| Maintenance à la carte | OUI |
| Type de contrat de maintenance : | |
| Cout de la maintenance a la carte | 26 000 € |

SYNTHESE POUR BUSINESS PLAN

| | |
|------------------------------------|-----------|
| PUISSANCE INSTALLEE en kW | 637 |
| TARIF RACHAT en € | 0,1829 € |
| CONSOMMATION HUILE annuelle | 5 529 € |
| VIDANGE HUILE annuelle | 8 130 € |
| MAINTENANCE | 27 047 € |
| Quantite elec injectable en KWh/an | 5 090 053 |
| PRODUCTION THERMIQUE EN KWh/an | 5 684 796 |
| REVENU ELECTRIQUE | 921 762 € |
| RBE | 890 367 € |

Températures Sources froides

- Séchage
- Rafraîchissement
- Climatisation
- Distribution
- Logistique
- Stockage
- Fabrication



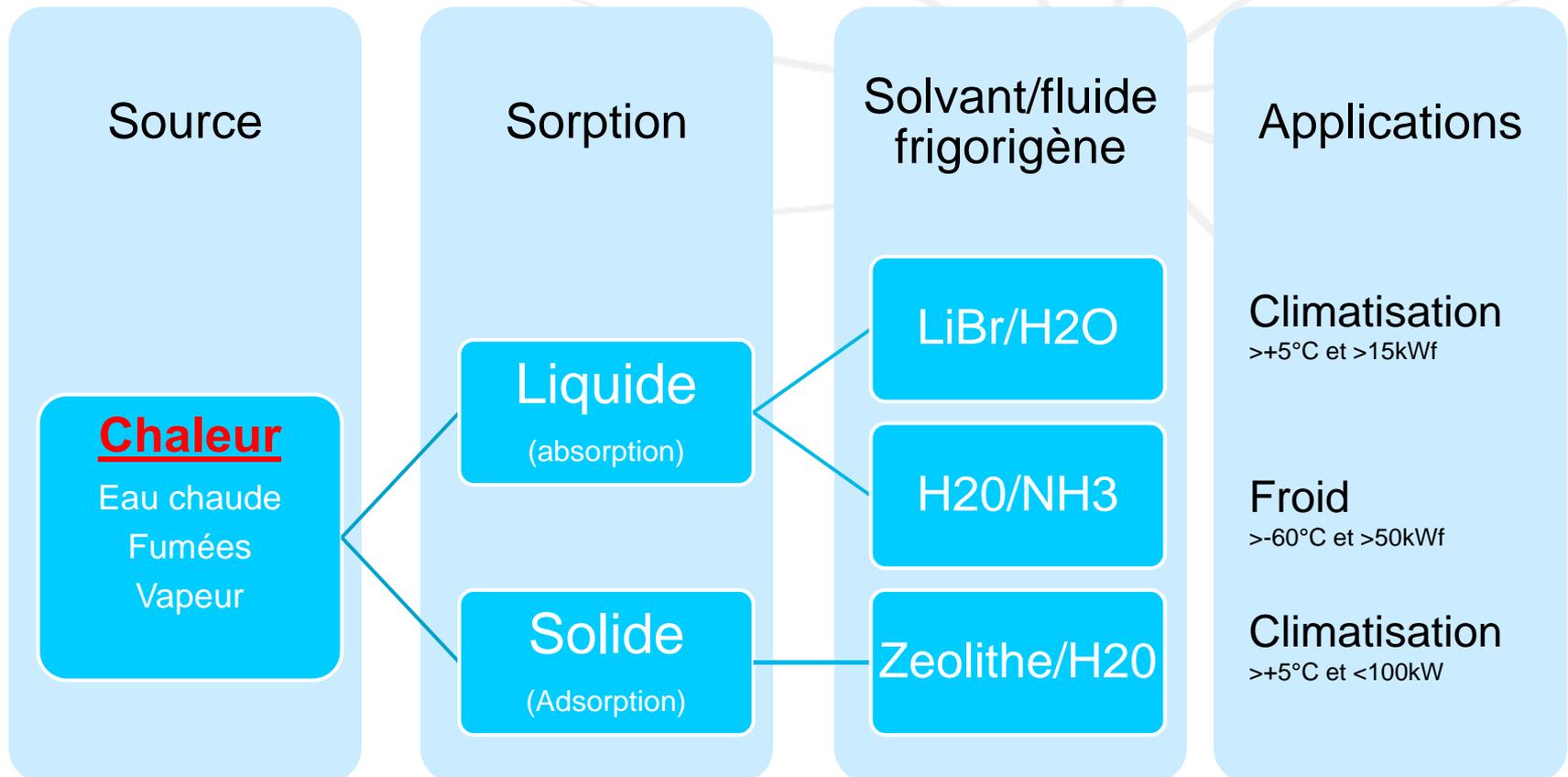
Du Froid...mais pour faire QUOI ?

Des usages multiples

Fonction des températures et des hygrométries

La production de froid

- Actuellement, la production de froid est liée à la compression mécanique de vapeur
 - Consommateur d'électricité
 - Utilisation d'un fluide frigorigène (à fort GWP)
 - Impact environnemental important
- Demain, favoriser la production de froid par l'utilisation de chaleur perdue



Comment ça marche ?

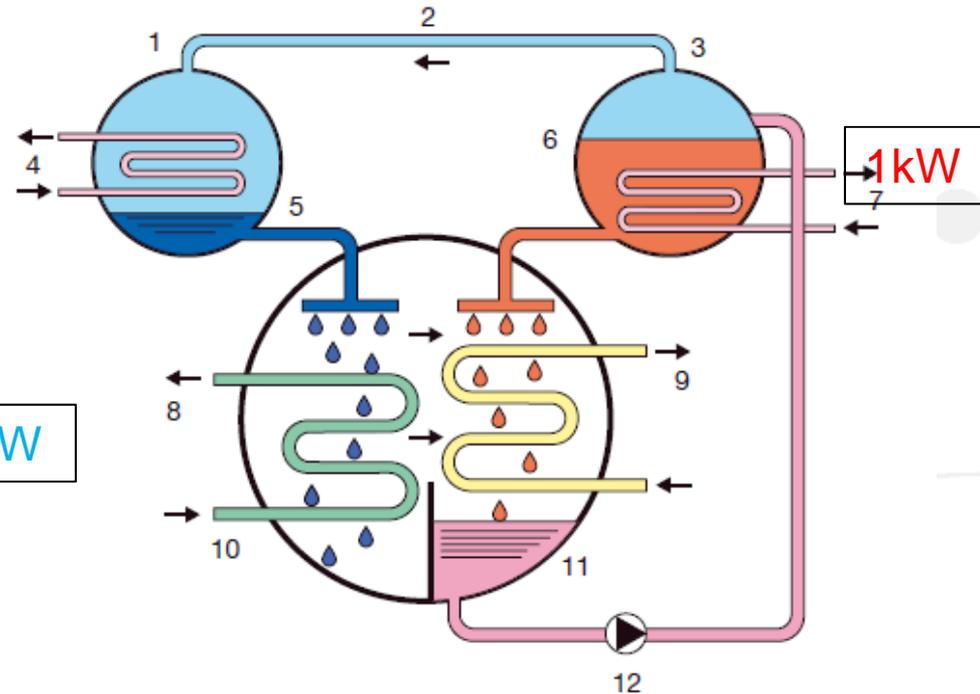
LiBr/H₂O Simple effet

1,7kW

- 1. Condenseur
- 2. Frigorigène en phase vapeur
- 3. Générateur
- 4. Eau de refroidissement (27/32°C)
- 5. Frigorigène en phase liquide
- 6. Solution concentrée
- 7. Source de chaleur (90/80°C)
- 8. Eau glacée
- 9. Eau de refroidissement (12/7°C)
- 10. Evaporateur
- 11. Absorbeur
- 12. Pompe de l'absorbant

0,7kW

1kW



L'eau de refroidissement (peut être revalorisé) : préchauffage d'ECS ou chauffage basse température

Performances

| Sorption | Solide | Liquide | Liquide | Liquide |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | Simple Effet | Double effet | |
| Couples | Zeolithe/H2O | LiBr/H2O | LiBr/H2O | H2O/NH3 |
| Température de source chaude | 60-90 °C | 75-110 °C | 140-190°C | 80-110 °C |
| Température de source refroidissement (dissipation) | 23-32°C | 20-34°C | 25-32°C | 10-40°C |
| Température de source froide | 5-20°C | 5-20°C | 5-20°C | -60°C - +5°C |
| Gamme de puissance | 10 -430 kW | 15kW-10 MW | 350kW-2 MW | 50kW – 5 MW |
| COP nominal | 0,5-0,7 | 0,5-0,7 | 0,8-1,2 | 0,2-0,8 |

- Une solution pertinente lorsque la chaleur est disponible

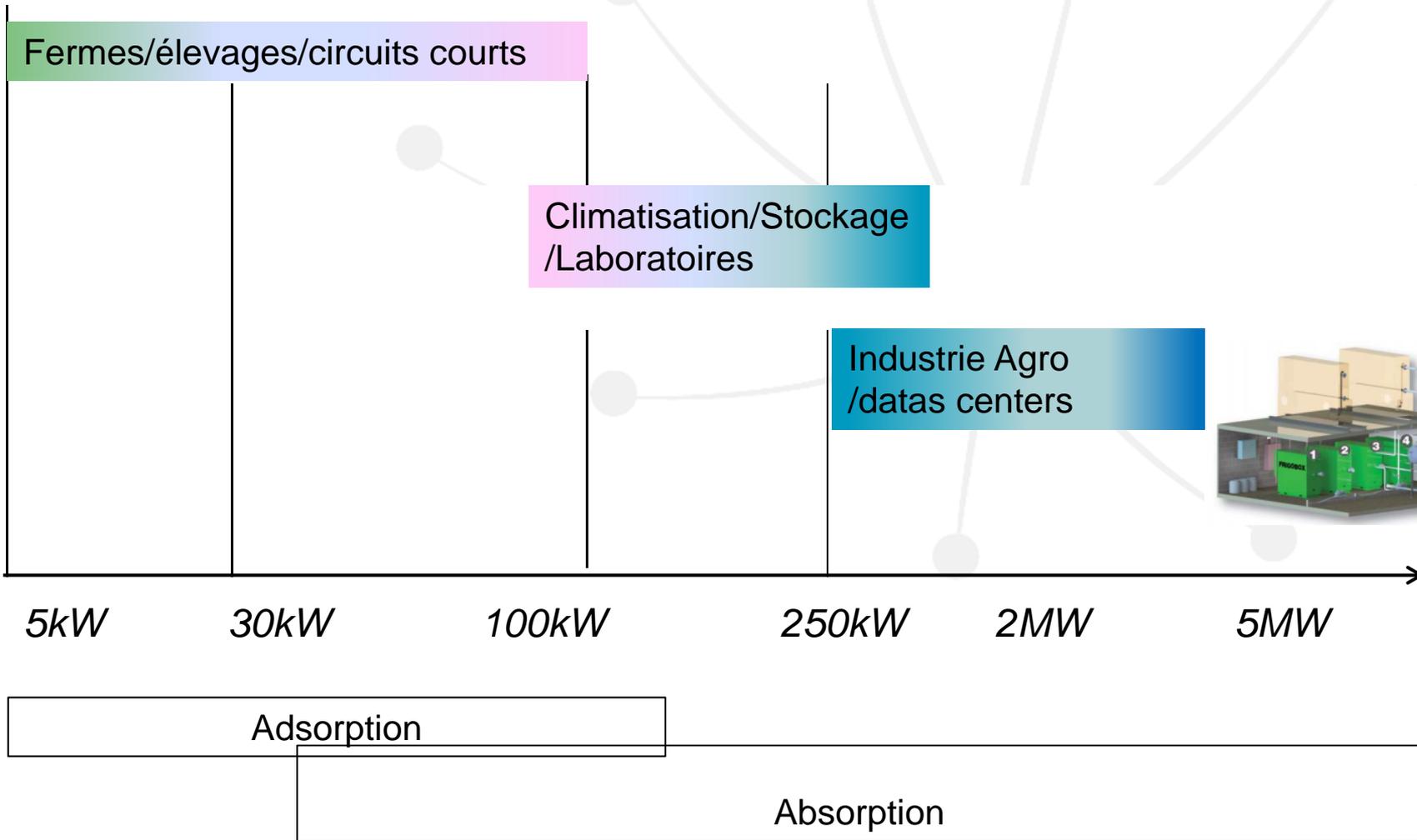
Gamme de puissance (à valoriser)

Clarke Energy

Ingénierie - Installation - Maintenance

AXIMA Refrigeration

GDF SVEZ



EXEMPLE : Séchage basse température

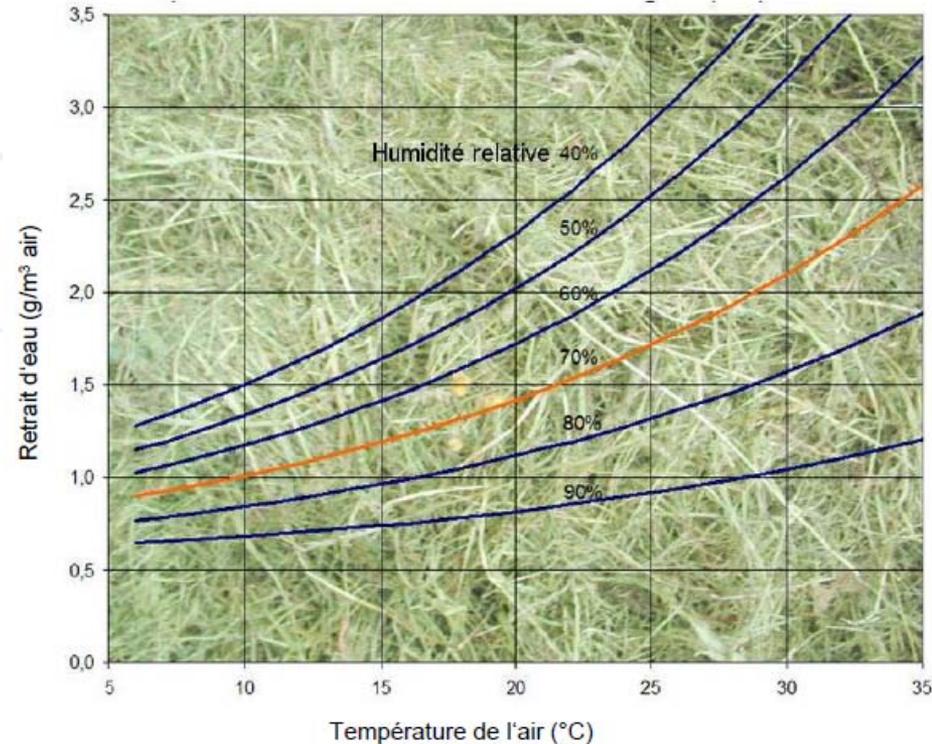
La valeur nutritionnelle et les propriétés organoleptiques de produits se conservent mieux à faible Hr (et ventilées à des $T^{\circ} < 40^{\circ}\text{C}$)

Ex. Fourrages, céréales

Refroidissement + chauffage
= déshumidification



Friigotec GmbH



Baumgartner, FAT

Indépendance des T° et Hr extérieures et zones géographiques

Amélioration du facteur V

Productivité améliorée (Quantité et qualité de fourrages)

EXEMPLE :

Refroidissement Eau de process

- 100kW à +1/-5°C

Utilisation 3 500heures

| | Froid électrique | Froid renouvelable |
|---------------------------------------|------------------|--------------------|
| Puissance Source chaude | - | 198kW |
| Puiss électrique | 38,8kW | 7kW |
| Regime d'eau | - | 95/85°C |
| puissance froid | 98,4kW | 100kW |
| Fluide frigorigène | R134a | R718 (H2O) |
| Puissance dissipation Condensation | 137,2kW | 298kW |
| Regime dissipation | +45°C | +25/+30°C |

| | | |
|--------------------------|---------|-----|
| Gain électrique | 319 900 | kWh |
| Valorisation énergétique | 693 000 | kWh |
| Si 0,07€/kWh | 22 393 | € |
| Si metha 350kW | 9 200 | € |

Un TRI estimé entre 4 et 8 ans dépend de la situation géographique, du site et de la valorisation énergétique totale, du niveau de redondance.

CONCLUSION :

TRIGENERATION « Renouvelable »

- Ouvre la voie à de nombreuses et de nouvelles applications
- Intérêts sanitaires, économiques et écologiques
- Une vraie cohérence sur des projets méthanisation
- À étudier au cas par cas !

Merci de votre attention !

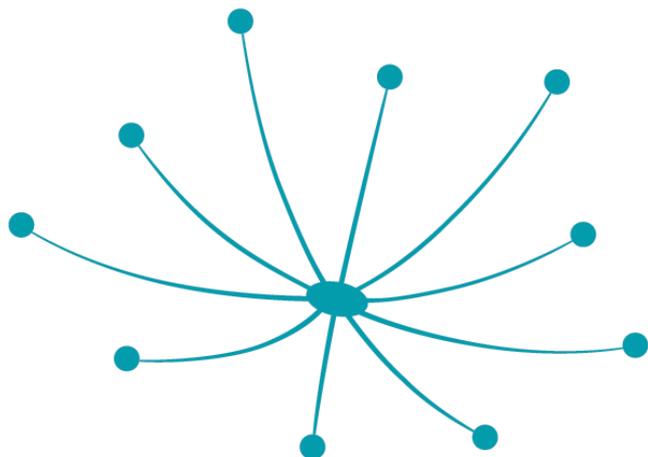
**Clarke
Energy**

Ingénierie - Installation - Maintenance

- Jérôme CHARMANT, Ingénieur commercial Biogaz
- Tél. 04 42 90 75 75
- jerome.charmant@clarke-energy.com

AXIMA Refrigeration
GDF SUEZ

- Yann LARGOUËT, Responsable Développement Région Ouest
- Tél. 06.18.01.31.57
- yann.largouet@cofelyaxima-gdfsuez.com



BIOGAZ/ALLÉE®

Le cluster de la méthanisation

www.biogazvallee.com

Biogaz Vallée®
2, rue Gustave Eiffel - CS90601
10901 TROYES Cedex 9
tél. : 03 25 74 07 27